



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий  
Кафедра вычислительной математики и оптимизации



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.В.ДВ.02.01 Технологии программирования в эколого-экономических  
расчетах**

Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки	Цифровая бизнес-аналитика
Квалификация выпускника	магистр
Форма обучения	очная

Иркутск 2024 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели: формирование компетенций специалиста по направлению «Прикладная математика и информатика в предметной области, связанной с решением задач по сбору, анализу и визуализации эколого-экономических данных и результатов модельных расчетов данных, получаемых с помощью программирования на языках R и Python.

Задачи:

- ✓ приобретение практических навыков использования компьютерных технологий, программирования на языке Python и R (изучение специализированных вычислительных библиотек Data Science) для решения математических задач в области принятия управленческих решений.
- ✓ освоение инструментальных средств (библиотек и пакетов) языков Python и R моделирования эколого-экономических систем;
- ✓ изучение существующих моделей эколого-экономических систем и подходов к эколого-экономическому моделированию;
- ✓ разработка и модификация математических, математико-статистических и иных моделей эколого-экономических систем и рисков.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Технологии программирования в эколого-экономических расчетах относится к части Блока 1 образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

*не предусмотрено.*

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Б1.О.10 Большие данные

Б1.В.01 Методы исследований и обработка экономической информации

Б1.В.ДВ.01.01 Компьютерное моделирование эколого-экономических процессов и систем

Б1.В.ДВ.01.02 Методы машинного обучения при моделировании экономических систем

Б2.В.01 (П) Научно-исследовательская работа

Б2.О.01 (По) Преддипломная практика

Б3.01 Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика:

ПК-1 Способен проектировать программное обеспечение, структуры баз данных и программных интерфейсов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

знать:

- возможности использования и основы работы со специализированными технологиями программирования (Python, R) для решения задач в сфере моделирования эколого-экономических систем;
- основные принципы работы современных языков программирования (ЯП) и основные отличия и особенности языков Python и R;
- синтаксис и возможности стандартной библиотеки ЯП Python и R;
- основные принципы организации разработки проектов, связанных с разработкой программного обеспечения, возможности и ограничения распространённых библиотек ЯП Python и R для анализа, трансформации, визуализации и обработки данных;

уметь:

- использовать специализированные технологии программирования (Python, R) для решения задач в сфере моделирования эколого-экономических систем;
- моделировать равновесные состояния в экономике с учетом экологического фактора на основе балансовых моделей;
- моделировать процессы добычи, ценообразования и использования истощаемых природных ресурсов;
- разрабатывать комплексные показатели состояния эколого-экономических систем микро- и макроуровня;
- находить оптимальное распределение валового внутреннего продукта с учетом затрат на экологию;
- строить базовые системно-динамические модели;

владеть:

- навыками моделирования в области эколого-экономических систем с использованием технологий программирования (Python, R);
- навыками фильтрации, обогащения, визуализации и статистического анализа данных с помощью ЯП Python;
- постановкой и планированием разработки программных проектов для решения основных эколого-экономических задач.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
<i>ПК-1 Способен проектировать программное обеспечение, структуры баз данных и программных интерфейсов</i>	<i>ИДК ПК1.1</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Знать: возможности использования и основы работы со специализированными технологиями программирования (Python, R) для решения задач в сфере моделирования эколого-экономических систем, основные принципы работы современных языков программирования (ЯП) и основные отличия и особенности языков Python и R, синтаксис и возможности стандартной библиотеки ЯП Python и R.</li></ul>

		<p>Уметь: использовать специализированные технологии программирования (Python, R) для решения задач в сфере моделирования эколого-экономических систем; моделировать равновесные состояния в экономике с учетом экологического фактора на основе балансовых моделей; моделировать процессы добычи, ценообразования и использования истощаемых природных ресурсов; разрабатывать комплексные показатели состояния эколого-экономических систем микро- и макроуровня; находить оптимальное распределение валового внутреннего продукта с учетом затрат на экологию.</p> <p>Владеть: навыками моделирования в области эколого-экономических систем с использованием технологий программирования (Python, R); навыками фильтрации, обогащения, визуализации и статистического анализа данных с помощью ЯП Python.</p>
	<p><i>ИДК ПК1.2</i></p>	<p>Знать: основные принципы организации разработки проектов, связанных с разработкой программного обеспечения, возможности и ограничения распространённых библиотек ЯП Python и R для анализа, трансформации, визуализации и обработки данных.</p> <p>Уметь: строить базовые системно-динамические модели информационной безопасности.</p> <p>Владеть: постановкой и планированием разработки программных проектов для решения основных эколого-экономических задач.</p>

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных ед., 144 час.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

##### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Сем.	Виды учебной работы			Самост. работа	Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
		Контактная работа преподавателя с обучающимися				
		Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия		
Языки программирования Python и R как основа современной вычислительной математики	1		4		2	Опорный конспект
Ключевые библиотеки и пакеты для анализа данных на языке Python (NumPy, Matplotlib, SciPy, Pandas)	1		4		2	Защита отчета по практической работе
Организация исходного кода и работа с Jupyter Notebook (Jupyter Lab).	1		6		3	-
Особенности работы в среде RStudio.	1		6		4	-
Типы данных в Python, подготовка данных к построению эколого-экономических моделей.	1		4		4	Защита отчета по практической работе
Основы работы с базами данных (Python и R)	1		6		4	Защита отчета по практической работе
Визуализация статистической информации эколого-экономических данных и результатов их анализа в Python	1		6		4	Защита отчета по практической работе
Корреляционный и регрессионный анализ в R	1		4		4	Защита отчета по практической работе
Предсказательное моделирование в Python	1		8		4	Защита отчета по практической работе
Анализ качества построенных моделей в Python	1		8		4	Защита отчета по практической работе
Практическое применение технологий программирования в среде Python и R в моделирование эколого-экономических систем	1		4		4	Защита отчета по итоговой исследовательской работе
Итого (1 семестр):			60		39	экс.

##### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Раздел дисциплины / тема	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самост. работы
	Вид самост. работы	Сроки выполнения	Затраты времени		
Языки программирования Python и R как основа современной вычислительной математики	1. Освоение базовых возможностей языка программирования Python. 2. Реализация контрольных примеров программ	К окончанию выполнения практической работы по данной теме	2	Опорный конспект	ОЛ*-1,2 ДЛ**- 2,3 ИР****- 1,2,3
Ключевые библиотеки и пакеты для анализа данных на языке Python (NumPy, Matplotlib, SciPy, Pandas)	1. Освоение ключевых вычислительных пакетов SciPy и пакетов работы с данными NumPy, Pandas. 2. Реализация контрольных примеров программ и заданий.	К окончанию выполнения практической работы по данной теме	5	Аналитический отчет (markdown)	ОЛ – 3 ДЛ - 2,4 ИР – 1
Типы данных в Python, подготовка данных к построению эколого-экономических моделей.	1. Работа с типами данных. Обработка данных. 2. Реализация контрольных примеров программ	К окончанию выполнения практической работы по данной теме	4	Аналитический отчет (markdown)	ОЛ -1 ДЛ - 2,3 ИР – 1
Основы работы с базами данных (Python и R)	1. Изучение механизмов работы с базами данных. 2. Проектирование исследовательской базы данных.	К окончанию выполнения практической работы по данной теме	4	Аналитический отчет (markdown)	ОЛ - 1, 2, 3 ДЛ - 4 ПИ - 1
Визуализация статистической информации эколого-экономических данных и результатов их анализа в Python	1. Построение графиков, статическая и интерактивная визуализация эколого-экономических данных. 2. Реализация контрольных примеров программ.	К окончанию выполнения практической работы по данной теме	4	Аналитический отчет (markdown)	ОЛ – 1, 3 ДЛ – 3, 4

Корреляционный и регрессионный анализ в R	1. Работа с эколого-экономическим и данными в R. 2. Средства построения статистических моделей. 3. Подготовка практической работы.	К окончанию выполнения практической работы по данной теме	6	Аналитический отчет (markdown)	ОЛ - 2 ДЛ – 5,6 ИР – 4,5,6,7, 8,9,10,12
Предсказательное моделирование в Python	1. Работа с библиотекой Scikit-Learn. 2. Подготовка практической работы.	К окончанию выполнения практической работы по данной теме	6	Реферат (LaTeX)	ОЛ - 3 ДЛ – 4,5,6 ИР – 4,5,6,7, 8,9,10,12
Анализ качества построенных моделей в Python	1. Определение качественных характеристик вычислительных моделей. 2. Подготовка практической работы.	К окончанию выполнения практической работы по данной теме	4	Аналитический отчет (markdown)	ОЛ - 3 ДЛ – 4,5,6 ИР – 4,5,6,7, 8,9,10,12
Практическое применение технологий программирования в среде Python и R в моделирование эколого-экономических систем	1. Построение вычислительной модели в рамках решения эколого-экономических задач. 2. Подготовка итоговой практической работы.	К окончанию выполнения практической работы по данной теме	6	Аналитический отчет (markdown)	ОЛ - 4 ДЛ – 4,5,6 ИР – 4,5,6,7, 8,9,10,12
Общая трудоемкость самостоятельной работы (час.)			39		
Из них с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час.)			39		

### 4.3. Содержание учебного материала

#### ***Тема 1. Языки программирования Python и R как основа современной вычислительной математики***

История Python. Установка Python. Знакомство с IPython. Система Jupyter Notebook. Типы данных в Python. Синтаксис языка Python. Вывод/запись данных в файл. История R. Установка R. Установка R и RStudio. Сравнительный анализ R и Python.

#### ***Тема 2. Ключевые библиотеки и пакеты для анализа данных на языке Python (NumPy, Matplotlib, SciPy, Pandas)***

Базовые команды, библиотеки и модули Python. Работа с векторами и матрицами в библиотеке NumPy. Агрегирование данных с помощью библиотеки Pandas (Pandas (программная библиотека на языке Python для обработки и анализа данных, в частности для работы с числовыми таблицами; работа Pandas с данными строится поверх библиотеки NumPy). Построение графиков с помощью пакета Matplotlib (библиотека для визуализации данных двумерной графикой), Пакеты численных методов в библиотеке SciPy. Matplotlib (библиотека для визуализации данных двумерной графикой). Методы машинного обучения в библиотеке Scikit-Learn (предоставляет реализацию целого ряда алгоритмов для обучения с учителем и обучения без учителя)

### ***Тема 3. Организация исходного кода и работа с Jupyter Notebook (Jupyter Lab).***

Содержание: системы контроля версий. Модули и дистрибуция исходного кода. Организация проекта и персиспользование кода. Обзор среды Jupyter Notebook. Обзор среды Jupyter Lab. Основные принципы работы с github. Формат разметки текста Markdown. Модули расширения Jupyter Notebook.

### ***Тема 4 Особенности работы в среде RStudio..***

Базовые объекты R: переменные, векторы, списки, матрицы. Установка R и RStudio. Консоль R. Знакомство с интерфейсом RStudio. Язык разметки Markdown. Создание файлов Rmarkdown. Публикация кода на Rpubs. Установка и загрузка библиотек в R. Знакомство с документацией R. R как калькулятор. Переменные в R. Типы данных: числовой, целочисленный, логический, текстовый. Преобразование типов. Факторы (factor vectors) и уровни. Базовые объекты в R: векторы, списки, матрицы. Векторы: создание, доступ к элементам, изменение, добавление и удаление элементов, выбор элементов, сортировка. Матрицы и списки: создание, доступ к элементам, изменение, добавление и удаление элементов.

### ***Тема 5. Типы данных в Python, подготовка данных к построению эколого-экономических моделей***

Чтение и запись данных. Форматы файлов. Типы хранения данных: векторы, двумерные таблицы, матрицы, массивы. Переформатирование данных: очистка, преобразование, слияние, изменение формы. Способы работы с пропущенными данными. Агрегирование данных и групповые операции. Построение таблиц сопряженности и квантильный анализ. Понятие функции, ссылки на функции из разных пакетов, создание собственной функции. Циклы for, while, repeat.

### ***Тема 6. Основы работы с базами данных (Python и R).***

Выбор, добавление и удаление переменных. Преобразование типов переменных. Фильтрация, добавление и удаление наблюдений. Создание базы данных. Преобразование матриц и списков в объект Data.Frame. Объединение баз данных.

### ***Тема 7. Визуализация статистической информации эколого-экономических данных и результатов их анализа в Python***

Построение графиков, статическая и интерактивная визуализации. Работа с библиотекой Matplotlib. Изменение масштаба. Нанесение рисок, меток и надписей. Добавление пояснительных надписей. Аннотации и рисование в подграфике. Использование символов и цветов. Сохранение графиков в файле. Функции построения графиков в библиотеке Pandas, включая линейные и нелинейные графики функций, столбиковые диаграммы, гистограммы, графики плотностей распределения вероятностей, «ящики с усами» и диаграммы рассеяния.

### ***Тема 8. Корреляционный и регрессионный анализ в R.***

Работа с пространственно-временными данными в R. Коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена в R. Корреляционные матрицы в R. Визуализация корреляций между переменными в R: heatmaps. Множественная регрессия в R: построение модели, интерпретация выдачи R. Визуализация результатов регрессионного анализа с помощью библиотеки sjPlot. Выгрузка необходимой информации из R в текстовые редакторы. Перекрестные данные (cross section data), временные ряды (time series data) и пространственно-временные данные (time series cross section). Регрессионные модели для пространственно-временных данных: модель с фиксированными эффектами, модель со случайными эффектами. Множественная регрессия в R.

### ***Тема 9. Предсказательное моделирование в Python***

Работа с библиотекой Scikit-Learn. Построение моделей, «обучающихся с учителем». Разделение данных на обучающие и тестовые. Нормировка обучающих данных. Модели классификации. Бинарная и многоклассовая классификация. Предварительная выборка атрибутов. Понижение



размерности данных. Наивный байесовский классификатор. Регрессионные модели: линейная множественная регрессия, логистическая регрессия, регуляризованная регрессия. Построение моделей, «обучающихся без учителя». Подходы для построения моделей кластеризации. Анализ «рыночной корзины». Поиск ассоциативных правил. Ансамбли моделей. Применение пакета `jug` для работы с большими данными.

#### **Тема 10. Анализ качества построенных моделей в Python**

Определение переобученности модели. Реализация перекрестной проверки в Python. Критерии согласия модели. Оценки, основанные на хи-квадрат статистике, информационные критерии. Возможности в Python по отклонению «плохих» моделей и выбору лучших.

#### **Тема 11. Практическое применение технологий программирования в среде Python и R в моделирование эколого-экономических систем**

Моделирование показателей состояния и качества окружающей среды. Моделирование показателей состояния и качества окружающей среды. Балансовые и оптимизационные эколого-экономические модели. Глобальные эколого-экономические модели. Динамические эколого-экономические модели. Моделирование истощаемых природных ресурсов.

### **4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ**

Тема занятия	Всего часов	Оценочные средства	Формируемые компетенции
Языки программирования Python и R как основа современной вычислительной математики	4	Опорный конспект	ПК-1
Ключевые библиотеки и пакеты для анализа данных на языке Python (NumPy, Matplotlib, SciPy, Pandas)	4	Аналитический отчет (markdown)	ПК-1
Организация исходного кода и работа с Jupyter Notebook (Jupyter Lab).	6	Аналитический отчет (markdown)	ПК-1
Особенности работы в среде RStudio.	6	Аналитический отчет (markdown)	ПК-1
Типы данных в Python, подготовка данных к построению эколого-экономических моделей.	4	Аналитический отчет (markdown)	ПК-1
Основы работы с базами данных (Python и R)	6	Аналитический отчет (markdown)	ПК-1
Визуализация статистической информации эколого-экономических данных и результатов их анализа в Python	6	Аналитический отчет (markdown)	ПК-1
Корреляционный и регрессионный анализ в R	4	Аналитический отчет (markdown)	ПК-1
Предсказательное моделирование в Python	8	Аналитический отчет (markdown)	ПК-1
Анализ качества построенных моделей в Python	8	Аналитический отчет (markdown)	ПК-1
Практическое применение технологий программирования в среде Python и R в моделирование эколого-экономических систем	4	Аналитический отчет (markdown)	ПК-1

### **4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы**

Тема	Задание	Формируемые компетенции
Функционал библиотеки NumPy	1. Изучение основных модулей и функций библиотеки. 2. Подготовка опорного конспекта.	ПК-1
Библиотека Pandas	1. Изучение основных модулей и функций библиотеки. 2. Подготовка опорного конспекта.	ПК-1
Библиотека Matplotlib	1. Изучение основных модулей и функций библиотеки. 2. Подготовка опорного конспекта.	ПК-1
Библиотека SciPy.	1. Изучение основных модулей и функций библиотеки. 2. Подготовка опорного конспекта.	ПК-1
Корреляционный анализ	1. Изучение основных алгоритмов. 2. Реализация контрольного примера с помощью среды Jupyter Notebook (Python).	ПК-1
Регрессионный анализ	1. Изучение основных алгоритмов. 2. Реализация контрольного примера с помощью среды RStudio.	ПК-1
Моделирование динамики популяций	1. Изучение численных алгоритмов для решения задач с дифференциальными уравнениями. 2. Реализация контрольного примера с помощью среды Jupyter Notebook (Python).	ПК-1
Методы принятия решений в условиях конфликта	1. Изучение задачи выбора одной из $n$ возможных альтернатив. 2. Реализация контрольного примера с помощью среды Jupyter Notebook (Python).	ПК-1
Задача о назначениях	1. Изучение задачи о назначениях. 2. Реализация контрольного примера с помощью среды Jupyter Notebook (Python).	ПК-1

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;

- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

**Подготовка к лекции.** Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к практическому занятию.** Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к семинарскому занятию.** Самостоятельная подготовка к семинару направлена: на развитие способности к чтению научной и иной литературы; на поиск дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах; на выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия; на выработку умения правильно выписывать высказывания авторов из имеющихся источников информации, оформлять их по библиографическим нормам; на развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации; на подготовку собственного выступления по обсуждаемым вопросам; на формирование навыка оперативного реагирования на разные мнения, которые могут возникать при обсуждении тех или иных научных проблем. Время на подготовку к семинару по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к коллоквиуму.** Коллоквиум представляет собой коллективное обсуждение раздела дисциплины на основе самостоятельного изучения этого раздела студентами. Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке. Преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников. Студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии. Время на подготовку к коллоквиуму по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к контрольной работе.** Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе

включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

**Подготовка к зачету.** Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуется делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

**Подготовка к экзамену.** Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература:

1. Федоров, Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Федоров. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 210 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14638-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/492920> (дата обращения: 30.03.2024).
2. Гниденко, И. Г. Технологии и методы программирования : учебное пособие для вузов / И. Г. Гниденко, Ф. Ф. Павлов, Д. Ю. Федоров. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 235 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02816-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/489920> (дата обращения: 30.03.2024).
3. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://ura.it.ru/bcode/451558> (дата обращения: 30.03.2024).

б) дополнительная литература:

1. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта: учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 256 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14916-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/485440> (дата обращения: 30.03.2024).
2. Системы поддержки принятия решений : учебник и практикум для вузов / В. Г. Халин [и др.] ; под редакцией В. Г. Халина, Г. В. Черновой. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 494 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01419-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/489344> (дата обращения: 30.03.2024).

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» [Электронный ресурс] : сайт. — Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Открытая электронная база ресурсов и исследований «Университетская информационная система РОССИЯ» [Электронный ресурс] : сайт. — Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru>
3. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» [Электронный ресурс] : сайт. — Режим доступа: <http://нэб.рф>
4. В соответствии с п. 4.3.4. ФГОС ВО, обучающимся в течение всего периода обучения обеспечен неограниченный доступ (удаленный доступ) к электронно-библиотечным системам:
  - ЭБС «Издательство Лань». ООО «Издательство Лань». Контракт № 92 от 12.11.2018 г. Акт от 14.11.2018 г.
  - ЭБС ЭЧЗ «Библиотех». Государственный контракт № 019 от 22.02.2011 г. ООО «Библиотех». Лицензионное соглашение № 31 от 22.02.2011 г. Адрес доступа: <https://isu.bibliotech.ru/> Срок действия: с 22.11.2011 г. бессрочный.
  - ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Рукопт». ЦКБ «Бибком». Контракт № 91 от 12.11.2018 г. Акт от 14.11.2018 г..
  - ЭБС «Айбукс.ру/ibooks.ru». ООО «Айбукс». Контракт № 90 от 12.11.2018 г. Акт № 54 от 14.11.2018 г.
  - Электронно-библиотечная система «ЭБС Юрайт». ООО «Электронное издательство Юрайт». Контракт № 70 от 04.10.2018 г.

г) интернет-ресурсы

1. <http://wombat.org.ua/AByteOfPython/AByteofPythonRussian-2.01.pdf> - это свободная книга по программированию на языке Python.
2. <https://www.python.org/> - язык программирования Python
3. [www.gks.ru](http://www.gks.ru) - Официальный сайт Государственного комитета статистики РФ
4. [sophist.hse.ru](http://sophist.hse.ru) - Единый архив экономических и социологических данных
5. [http://library.hse.ru/e-resources/HSE\\_economic\\_journal](http://library.hse.ru/e-resources/HSE_economic_journal) - Экономический журнал Высшей школы экономики
6. <http://www.mnr.gov.ru/> - Министерство природных ресурсов и экологии РФ
7. <http://mpr.orb.ru/> - Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области
8. [www.cemi.rssi.ru](http://www.cemi.rssi.ru) - Центральный экономико-математический институт (ЦЭМИ) РАН
9. [www.forecast.ru](http://www.forecast.ru) - Центр макроэкономического анализа и прогнозирования при ИНИ РАН
10. <http://www.biodat.ru/> - Информационный ресурс по биоразнообразию, экологическим рейтингам и др.

11. [www.sci.aha.ru/ATL/ra00.htm](http://www.sci.aha.ru/ATL/ra00.htm) - Web-атлас «Окружающая среда и здоровье населения России»
12. [www.dmb.biophys.msu.ru/models](http://www.dmb.biophys.msu.ru/models) - Динамические модели в биологии: реестр моделей.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-лабораторное оборудование

### 6.2. Программное обеспечение

1. Язык программирования Python 3.7. и выше (открытое программное обеспечение).
2. Язык программирования R 3.x и выше (открытое программное обеспечение).
3. R Studio Desktop 1.3.x и выше (открытое программное обеспечение).
4. Jupyter Notebook (открытое программное обеспечение).
5. Jupyter Lab (открытое программное обеспечение).
6. VisualStudioCode (Microsoft, открытое программное обеспечение)
7. Офисный пакет Microsoft Office Project Professional 2019 (лицензия ИГУ для образовательных учреждений).
8. Редакционно-издательская система MikTeX (открытое программное обеспечение).

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Оценочные средства текущего контроля

Вид контроля	Контролируемые темы	Контролируемые компетенции
Опорный конспект	Языки программирования Python и R как основа современной вычислительной математики	ПК-1
Аналитический отчет	Ключевые библиотеки и пакеты для анализа данных на языке Python (NumPy, Matplotlib, SciPy, Pandas) Организация исходного кода и работа с Jupyter Notebook (Jupyter Lab). Особенности работы в среде RStudio. Типы данных в Python, подготовка данных к построению эколого-экономических моделей. Основы работы с базами данных (Python и R) Визуализация статистической информации эколого-экономических данных и результатов их анализа в Python Корреляционный и регрессионный анализ в R Предсказательное моделирование в Python Анализ качества построенных моделей в Python Практическое применение технологий программирования в среде Python и R в моделирование эколого-экономических систем	ПК-1

### Примеры оценочных средств текущего контроля

#### 1. Примеры контрольных алгоритмических заданий

1. Лиса Алиса и кот Базилио вырастили денежное дерево с трехрублевыми и пятирублевыми золотыми монетами. Лиса Алиса себе взяла трехрублевые монеты, а коту Базилио отдала пятирублевые монеты. Она предложила рассчитываться за покупки вместе, деньги давать без сдачи и минимальным числом монет. Известно, что они сделали покупку стоимостью  $N$  ( $7 < N < 1000$ ) рублей и при этом рассчитались без сдачи. Напишите программу, которая определяет: сколько монет внес кот Базилио, и сколько монет внесла лиса Алиса.

2. Напишите программу, которая из натурального числа  $N$  удалит заданную цифру  $M$ .

3. Дано число, введенное с клавиатуры. Определите сумму квадратов нечетных цифр в числе.

4. Два отрезка на плоскости заданы координатами своих концов в декартовой системе координат. Требуется определить, существует ли у них общая точка. Координаты целые и по модулю не превосходят 10000.

5. Есть  $n$  ( $1 \leq n \leq 20$ ) камней известного веса  $w_1, w_2, \dots, w_n$  ( $1 \leq w_i \leq 100\,000$ ). Напишите программу, которая распределит камни в две кучи так, чтобы разность весов этих двух куч была минимальной.

6. Рассмотрим строчки, состоящие только из заглавных английских букв. Например, рассмотрим строку AAAABCCCCDDDD. Длина этой строки равна 14. Поскольку строка состоит только из английских букв, повторяющиеся символы могут быть удалены и заменены числами, определяющими количество повторений. Таким образом, данная строка может быть представлена как 4AB5C4D. Длина такой строки 7. Описанный метод мы назовем упаковкой строки. Напишите программу, которая берет упакованную строчку и восстанавливает по ней исходную строку. Максимальная длина строки не превышает 80. Требуется вывести все различные представления натурального числа  $N$  ( $2 \leq N \leq 40$ ) в виде суммы натуральных чисел. Представления, отличающиеся друг от друга порядком слагаемых, не являются различными.

8. Реализуйте функцию, которая из англо-латинского словаря делает латино-английский.

Защита выполненных заданий обучающимися происходит в виде беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, которая рассчитана на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, с демонстрацией разработанной компьютерной программы (алгоритма).

## 2. Темы докладов

1. Простые и составные инструкции в Python. Условные операторы и циклы..
2. Условные операторы и циклы. Обработка исключений..
3. Типы данных: числовые типы, строки, списки, кортежи, множества, диапазоны, словари. Операторы для работы с последовательностями и отображениями..
4. Модули. Основы программирования модулей. Модули стандартной библиотеки.
5. Объектно-ориентированное программирование. Основы программирования классов. Создание экземпляров класса. Конструктор и деструктор класса..
6. Объектно-ориентированное программирование. Основы программирования классов. Перегрузка операторов.
7. Объектно-ориентированное программирование. Наследование. Композиция. Дополнительные возможности классов: абстрактные методы, декораторы классов.

8. Объектно-ориентированное программирование. Наследование. Композиция.
9. Объектно-ориентированное программирование. Наследование. Композиция. Абстрактные методы классов. Декораторы классов.
10. Основы SQLite. Доступ к базам данных SQLite из Python. Выполнение запросов, обработка результатов. Управление транзакциями.
11. Доступ к базам данных MySQL. Библиотека MySQLClient.
12. Доступ к базам данных SQLite из Python.
13. Доступ к базам данных PostgreSQL из Python.

## 7.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

### Список вопросов для промежуточной аттестации:

*Примерный перечень вопросов:*

1. Области применения и перспективы развития языка программирования Python. Инструкции и структура программы. Операторы и функции.
2. Переменные и типы данных: числовые типы, строки, списки, кортежи, множества, словари.
3. Простые и составные инструкции в Python. Условные операторы и циклы. Обработка исключений.
4. Функции: встроенные и пользовательские. Аргументы функций. Область видимости.
5. Модули. Основы программирования модулей. Пакеты модулей.
6. Объектно-ориентированное программирование. Основы программирования классов. Создание экземпляров классов. Конструктор и деструктор класса.
7. Объектно-ориентированное программирование. Перегрузка операторов. Наследование и композиция. Абстрактные методы, декораторы классов.
8. Событийно-ориентированное программирование. Основы создания графического интерфейса пользователя (GUI).
9. Доступ к базам данных из Python. Выполнение запросов, обработка результатов, управление транзакциями.
10. История Python. Установка Python. Знакомство с IPython. Система Jupyter Notebook. Типы данных в Python. Синтаксис языка Python. Вывод/запись данных в файл. История R. Установка R. Установка R и RStudio. Сравнительный анализ R и Python.
11. Работа с векторами и матрицами в библиотеке NumPy.
12. Агрегирование данных с помощью библиотеки Pandas
13. Построение графиков с помощью пакета Matplotlib
14. Пакеты численных методов в библиотеке SciPy.
15. Методы машинного обучения в библиотеке Scikit-Learn
16. Базовые объекты R: переменные, векторы, списки, матрицы
17. Базовые объекты в R: векторы, списки, матрицы.
18. Типы хранения данных: векторы, двухмерные таблицы, матрицы, массивы.
19. Операции с данными: очистка, преобразование, слияние, изменение формы. Способы работы с пропущенными данными.
20. Агрегирование данных и групповые операции.
21. Построение таблиц сопряженности и квантильный анализ.
22. Фильтрация, добавление и удаление наблюдений. Создание базы данных.
23. Преобразование матриц и списков в объект Data.Frame. Объединение баз данных.
24. Построение графиков, статическая и интерактивная визуализации. Работа с библиотекой Matplotlib.
25. Работа с пространственно-временными данными в R.



26. Корреляционный анализ в R.
27. Визуализация результатов регрессионного анализа с помощью библиотеки sjPlot.
28. Регрессионные модели для пространственно-временных данных: модель с фиксированными эффектами, модель со случайными эффектами.
29. Множественная регрессия в R.
30. Построение моделей, «обучающихся с учителем». Разделение данных на обучающие и тестовые.
31. Модели классификации. Бинарная и многоклассовая классификация.
32. Предварительная выборка атрибутов. Понижение размерности данных.
33. Наивный байесовский классификатор.
34. Регрессионные модели: линейная множественная регрессия, логистическая регрессия, регуляризованная регрессия.
35. Построение моделей, «обучающихся без учителя».
36. Подходы для построения моделей кластеризации.
37. Поиск ассоциативных правил.
38. Ансамбли моделей. Применение пакета jug для работы с большими данными.
39. Определение переобученности модели.
40. Реализация перекрестной проверки в Python.
41. Критерии согласия модели. Оценки, основанные на хи-квадрат статистике, информационные критерии.
42. Моделирование показателей состояния и качества окружающей среды.
43. Моделирование показателей состояния и качества окружающей среды.
44. Балансовые и оптимизационные эколого-экономические модели,
45. Глобальные эколого-экономические модели.
46. Динамические эколого-экономические модели.
47. Моделирование истощаемых природных ресурсов.

**Примеры заданий:**

Тесты и задания в ЭИОС ИГУ на сайте <https://educa.isu.ru/>

Разработчик: доцент кафедры вычислительной математики и оптимизации, канд. техн. наук, доц. Кедрин В.С.